

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-071726

(43)Date of publication of application : 04.03.2004

(51)Int.Cl.

H01L 33/00
C09K 11/08
C09K 11/59
C09K 11/65
C09K 11/66
C09K 11/67
C09K 11/80
G02F 1/13357

(21)Application number : 2002-226855

(71)Applicant : NICHIA CHEM IND LTD

(22)Date of filing : 05.08.2002

(72)Inventor : TAMAOKI HIROTO
MURAZAKI YOSHINORI
NAITO TAKAHIRO

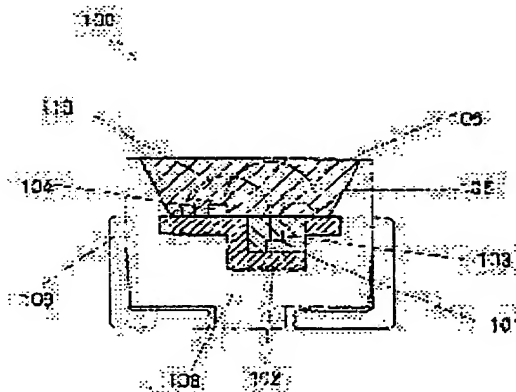
(54) LIGHT EMITTING DEVICE

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a light emitting device wherein chromaticity deviation due to a change in the ambient temperature is well controlled.

SOLUTION: The light emitting device comprises light sources and a plurality of phosphors which absorb at least part of the light emitted from the light sources while emitting the light having a wavelength different from those of the lights emitted from the light sources.

The phosphors include a first phosphor located on at least one of the light sources, and a second phosphor of at least one kind which has at least part of the light emitted therefrom being absorbed by the first phosphor. The first phosphor is located on the light sources side rather than on the second phosphor side. Furthermore, the second phosphor is located on at least one of the light sources and/or on at least another one of the light sources.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

03.08.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-71726

(P2004-71726A)

(43) 公開日 平成16年3月4日(2004.3.4)

(51) Int. Cl.⁷

F1

テーマコード(参考)

H01L 33/00

H01L 33/00

N

2H091

C09K 11/08

C09K 11/08

J

4H001

C09K 11/59

C09K 11/59

CQH

5F041

C09K 11/65

C09K 11/65

CPP

C09K 11/66

C09K 11/66

CPM

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 27 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2002-226855 (P2002-226855)

(22) 出願日

平成14年8月5日(2002.8.5)

(71) 出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72) 発明者 玉置 寛人

徳島県阿南市上中町岡491番地100

日亜化学工業株式会社内

(72) 発明者 村崎 嘉典

徳島県阿南市上中町岡491番地100

日亜化学工業株式会社内

(72) 発明者 内藤 隆宏

徳島県阿南市上中町岡491番地100

日亜化学工業株式会社内

Fターム(参考) 2H091 FA45Z FA50Z FC17 FD24 LA04

LA05 LA16

最終頁に続く

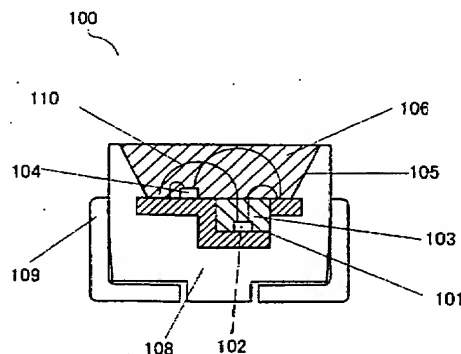
(54) 【発明の名称】 発光装置

(57) 【要約】

【課題】周囲温度の変化による色度ズレの発生を抑えた発光装置を提供する。

【解決手段】本発明は、光源と、該光源からの光の少なくとも一部を吸収し異なる波長を有する光を発光する複数の蛍光体とを備える発光装置において、前記蛍光体は、少なくとも一つの光源上にある第1の蛍光体と、発光する光の少なくとも一部が前記第1の蛍光体に吸収される少なくとも一種以上の第2の蛍光体とを含み、前記第1の蛍光体が、前記第2の蛍光体よりも前記光源の側にあることを特徴とする発光装置である。さらに、第2の蛍光体は、前記少なくとも一つの光源上、および/または該少なくとも一つの光源と異なる少なくとも一つの光源上にある発光装置である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源と、該光源からの光の少なくとも一部を吸収し異なる波長を有する光を発光する複数の蛍光体とを備える発光装置において、

前記蛍光体は、少なくとも一つの光源上にある第 1 の蛍光体と、発光する光の少なくとも一部が前記第 1 の蛍光体に吸収される少なくとも一種以上の第 2 の蛍光体とを含み、

前記第 1 の蛍光体が、前記第 2 の蛍光体よりも前記光源の側にあることを特徴とする発光装置。

【請求項 2】

前記第 2 の蛍光体は、前記少なくとも一つの光源上、および／または該少なくとも一つの光源と異なる少なくとも一つの光源上にある請求項 1 に記載の発光装置。 10

【請求項 3】

前記発光装置は、前記第 1 の蛍光体および少なくとも一つの光源を載置する第 1 の凹部と、該第 1 の凹部を含み、前記第 2 の蛍光体および少なくとも一つの光源を載置する第 2 の凹部とを有する請求項 1 乃至 2 に記載の発光装置。

【請求項 4】

前記第 1 の蛍光体は、Nを含み、かつBe、Mg、Ca、Sr、Ba、及びZnから選択された少なくとも一つの元素と、C、Si、Ge、Sn、Ti、Zr、及びHfから選択された少なくとも一つの元素とを含み、希土類元素から選択された少なくとも一つの元素で付活された窒化物系蛍光体を含む請求項 1 乃至 3 に記載の発光装置。 20

【請求項 5】

前記第 2 の蛍光体は、YとAlを含み、かつLu、Sc、La、Gd、Tb、Eu及びSmから選択された少なくとも一つの元素と、Ga及びInから選択された一つの元素とを含み、希土類元素から選択された少なくとも一つの元素で付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体を含む請求項 1 乃至 4 に記載の発光装置。

【請求項 6】

前記第 2 の蛍光体は、温度上昇に対する発光出力低下率が前記第 1 の蛍光体とほぼ等しい請求項 1 乃至 5 に記載の発光装置。

【請求項 7】

前記光源は、半導体発光素子である請求項 1 乃至 6 に記載の発光装置。 30

【請求項 8】

前記光源は、半導体発光素子と、該半導体発光素子からの光の少なくとも一部を吸収し異なる波長を有する光を発光する蛍光体とを組み合わせた光源である請求項 1 乃至 6 に記載の発光装置。

【請求項 9】

前記光源は、発光スペクトルのピーク波長が350nmから530nmである請求項 1 乃至 8 に記載の発光装置。

【請求項 10】

前記発光装置は、液晶ディスプレイのバックライト光源、または照明用光源である請求項 1 乃至 9 に記載の発光装置。 40

【請求項 11】

前記第 1 の蛍光体を励起する光を出光する光源と、前記第 2 の蛍光体を励起する光を出光する光源の発光出力がそれぞれ独立して制御可能である請求項 1 乃至 10 に記載の発光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、蛍光表示管、ディスプレイ、PDP、CRT、FL、FED及び投写管等、特に、青色発光ダイオード又は紫外発光ダイオード、および青色発光ダイオード又は紫外発光ダイオードと所定の蛍光体とを組み合わせ形成される光源を励起光源とする発光特性 50

に極めて優れた白色の発光装置等を使用される蛍光体に関する。また、本願発明に係る蛍光体を有する発光装置は、店頭のディスプレイ用の照明、医療現場用の照明などの蛍光ランプに使用することができる他、液晶ディスプレイのバックライト光源、プロジェクタの光源および発光ダイオード（LED）の分野などにも応用することができる。

【0002】

【従来技術】

LEDを使用した発光装置として、発光素子（LEDチップ）によって発光された光（以下「LED光」という）と、LED光の一部を蛍光体により波長変換して得られる光とを混色することにより所望の発光色を得る発光装置がある。例えば、白色を発光するLED（以下「白色LED」と呼ぶ）は、発光スペクトルのピーク波長460nm程度の青色を発光するLEDと、同じく励起吸収スペクトルのピーク波長が460nm近辺のイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体（以下「YAG系蛍光体」と呼ぶ）により青色の光が波長変換されて生じる黄色とを混色し、白色系の光を得る発光ダイオードである。このような白色LEDにおいては、青色と黄色の加法混色で得られる混色光の演色性を向上させることを目的として、赤色領域に発光スペクトルのピーク波長を有する光を発光する蛍光体（以下「赤色系蛍光体」と呼ぶ）をYAG系蛍光体と混合させて用いることがある。例えば、特開2000-244021号公報に開示される発光装置において、赤色系蛍光体とYAG系蛍光体とを混合させた蛍光層がLED上に設けられている。このような発光装置においては、LED光を吸収して発光するYAG系蛍光体からの光、同じくLED光を吸収して発光する赤色系蛍光体からの光、およびLED光を混色させることにより、従来の白色LEDに赤色光成分が付加され演色性の改善が図られる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、発光スペクトルの波長が500nmから750nmの範囲に存在するYAG系蛍光体と、励起吸収スペクトルのピーク波長が350nmから600nmの範囲に存在する赤色系蛍光体、即ち、波長500nm以上の光に対する反射率が低いため500nm以上の光を吸収してしまう赤色系蛍光体とを混合し蛍光体層として形成すると、YAG系蛍光体の発光の一部を赤色系蛍光体が吸収してしまう。従って、図7に示されるようにYAG系蛍光体による発光スペクトルのピーク波長が、波長500nmから550nmの領域にほとんど観測されず、発光装置から出力される混色光の演色性を十分に向上させることができなかった。また、上記発光装置が例えば継続的に強い光を発光する照明用光源として用いられると、発光素子の発熱により各種蛍光体の励起効率が低下するため、発光装置全体の光束[1m]が低下する問題が生じる。さらに、発熱により励起効率がそれぞれ異なった割合で低下する複数の蛍光体を組み合わせて発光装置を形成すると、各蛍光体の発光出力の差が周囲温度の上昇とともに変化するため、発光装置から出光する光の色度が所望の色度からずれた位置に観測される色ズレが生じていた。このような色ズレが僅かなものであっても、上記発光装置が例えば液晶プロジェクタの光源として使用された場合には、スクリーンに拡大投射されて映し出されるカラー映像の色調に大きな影響を与えるという問題が生じる。

【0004】

そこで本発明は、従来技術と比較して演色性を向上させ、周囲温度が変化しても、光束[1m]の低下や色度ズレの発生を抑えることが可能な発光装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】

以上の目的を達成するために本発明に係る発光装置は、光源と、該光源からの光の少なくとも一部を吸収し異なる波長を有する光を発光する複数の蛍光体とを備える発光装置において、前記蛍光体は、少なくとも一つの光源上にある第1の蛍光体と、発光する光の少なくとも一部が前記第1の蛍光体に吸収される少なくとも一種以上の第2の蛍光体とを含み、前記第1の蛍光体が、前記第2の蛍光体よりも前記光源の側にあることを特徴とする発

光装置である。

【0006】

このような構成とすることによって、従来技術と比較して演色性を向上させた発光装置とすることが可能である。

【0007】

また、本発明に係る請求項2記載の発明は、前記第2の蛍光体は、前記少なくとも一つの光源上、および／または該少なくとも一つの光源と異なる少なくとも一つの光源上にある請求項1に記載の発光装置である。

【0008】

このようにLEDチップを複数個使用し、LEDチップをそれぞれ被覆する蛍光体を直接励起することにより、従来技術と比較して演色性を向上させ、高輝度発光可能な発光装置とすることができる。

10

【0009】

また、本発明に係る請求項3記載の発明は、前記発光装置は、前記第1の蛍光体および少なくとも一つの光源を載置する第1の凹部と、該第1の凹部を含み、前記第2の蛍光体および少なくとも一つの光源を載置する第2の凹部とを有する請求項1乃至2に記載の発光装置である。

【0010】

このような構成とすることによって、演色性を更に向上させた発光装置とすることが可能である。

20

【0011】

また、本発明に係る請求項4記載の発明は、前記第1の蛍光体は、Nを含み、かつBe、Mg、Ca、Sr、Ba、及びZnから選択された少なくとも一つの元素と、C、Si、Ge、Sn、Ti、Zr、及びHfから選択された少なくとも一つの元素とを含み、希土類元素から選択された少なくとも一つの元素で付活された窒化物系蛍光体を含む請求項1乃至3に記載の発光装置である。

【0012】

このような構成とすることによって、さらに演色性を向上させた発光装置とすることが可能である。

【0013】

また、本発明に係る請求項5記載の発明は、前記第2の蛍光体は、YとAlを含み、かつLu、Sc、La、Gd、Tb、Eu及びSmから選択された少なくとも一つの元素と、Ga及びInから選択された一つの元素とを含み、希土類元素から選択された少なくとも一つの元素で付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体を含む請求項1乃至4に記載の発光装置である。

30

【0014】

このような構成とすることによって、さらに演色性を向上させた発光装置とすることが可能である。

【0015】

また、本発明に係る請求項6記載の発明は、前記第2の蛍光体は、温度上昇に対する発光出力低下率が前記第1の蛍光体とほぼ等しい請求項1乃至5に記載の発光装置である。

40

【0016】

このような構成とすることによって、従来技術と比較して演色性を向上させ、周囲温度が変化しても、光束[1m]の低下や色度ズレの発生を抑えた発光装置とすることが可能である。

【0017】

また、本発明に係る請求項7記載の発明は、前記光源は、半導体発光素子である請求項1乃至6に記載の発光装置である。

【0018】

このような構成とすることによって、従来技術と比較して演色性を向上させ、低消費電力

50

かつ小型の発光装置とすることが可能である。

【0019】

また、本発明に係る請求項8記載の発明は、前記光源は、半導体発光素子と、該半導体発光素子からの光の少なくとも一部を吸収し異なる波長を有する光を発光する蛍光体とを組み合わせた光源である請求項1乃至6に記載の発光装置である。

【0020】

このような構成とすることによって、従来技術と比較して演色性を向上させ、低消費電力かつ小型の発光装置とすることが可能である。

【0021】

また、本発明に係る請求項9記載の発明は、前記光源は、発光スペクトルのピーク波長が 350nmから530nmである請求項1乃至8に記載の発光装置である。 10

【0022】

このような構成とすることによって、さらに演色性を向上させた発光装置とすることが可能である。

【0023】

また、本発明に係る請求項10記載の発明は、前記発光装置は、液晶ディスプレイのバックライト光源、または照明用光源である請求項1乃至9に記載の発光装置である。

【0024】

このような構成とすることによって、演色性を向上させ周囲温度の変化によっても色ズレが従来技術と比較して発生しにくい液晶ディスプレイや照明用光源を形成することが可能である。 20

【0025】

また、本発明に係る請求項11記載の発明は、前記第1の蛍光体を励起する光を出光する光源と、前記第2の蛍光体を励起する光を出光する光源の発光出力がそれぞれ独立して制御可能である請求項1乃至10に記載の発光装置である。

【0026】

このような構成とすることによって、混色光の色温度を自由に調節できる発光装置とすることができる。

【0027】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態を、以下に図面を参照しながら説明する。ただし、以下に示す実施の形態は、本発明の技術思想を具体化するための発光装置を例示するものであって、本発明は発光装置を以下に限定するものではない。また、各図面に示す部材の大きさや位置関係などは説明を明確にするために誇張しているところがある。 30

【0028】

本発明に使用される蛍光体は、少なくとも一つの発光素子上にある第1の蛍光体と、発光する光の一部が第1の蛍光体に吸収される少なくとも一種類以上の第2の蛍光体とを含み、第1の蛍光体が、第2の蛍光体よりも少なくとも一つの発光素子側にあることを特徴とする。特に、本実施の形態における蛍光体層は、赤色領域に発光スペクトルのピーク波長を有する光を発光する第1の蛍光体層103と、黄色から緑色領域に発光スペクトルのピーク波長を有する光を発光する第2の蛍光体層106である。第1の蛍光体層103は、Nを含み、かつBe、Mg、Ca、Sr、Ba、及びZnから選択された少なくとも一つの元素と、C、Si、Ge、Sn、Ti、Zr、及びHfから選択された少なくとも一つの元素とを含み、希土類元素から選択された少なくとも一つの元素で付活された窒化物系蛍光体を含ませることができる。また、第2の蛍光体層106は、YとAlを含み、かつLu、Sc、La、Gd、Tb、Eu及びSmから選択された少なくとも一つの元素と、Ga及びInから選択された一つの元素とを含み、希土類元素から選択された少なくとも一つの元素で付活されたYAG系蛍光体を含ませることができる。 40

【0029】

本発明に係る発光装置は、第1の蛍光体および少なくとも一つの発光素子を載置する第1 50

の凹部と、該第1の凹部を含み、第2の蛍光体および少なくとも一つの発光素子を載置する第2の凹部とを有する。図1は、本実施の形態における表面実装型の発光ダイオードの模式的な断面図である。パッケージ108には発光観測面側に第1の凹部101と第2の凹部が設けられる。ここで、第1の凹部101は、第2の凹部105内に設けられる。

【0030】

第2の蛍光体は、少なくとも一つの発光素子上、および／または該少なくとも一つの発光素子と異なる少なくとも一つの発光素子上にある。即ち図1に示されるように、青色領域の光を発光可能なLEDチップ102が第1の凹部101内に載置され、該LEDチップ102を覆うように第1の蛍光体層103が形成される。さらに、同じく青色領域の光を発光可能なLEDチップ104が第2の凹部105内に載置され、該LEDチップ104および第1の蛍光体層103を覆うように第2の蛍光体層106が形成される。拡散剤を有するモールド部材を使用する場合は、第1の蛍光体層103、および第2の蛍光体層106を被覆し、外部環境から導電性ワイヤー110、LEDチップ、および蛍光体層を保護し、蛍光体層から出光してくる光を発光観測面方向に拡散および混色させることもできる。ここで、LEDチップ102およびLEDチップ104のn側電極及びp側電極はそれぞれ、パッケージ108に一体成型されたリード電極109の負極及び正極にそれぞれ導電性ワイヤー110を用いて接続されている。

10

【0031】

以上のように構成された発光ダイオードにおいては、LED光の一部が、第1の蛍光体層103に含まれる蛍光体を励起し、LED光と異なる波長の赤色領域の光を発生させる。また、LEDチップ104と、LEDチップ102によるLED光の一部とが、第2の蛍光体層106に含まれる蛍光体を励起し、LED光と異なる波長の黄色領域から緑色領域の光を発生させる。第1の蛍光体層103および第2の蛍光体層106から発生する蛍光と、蛍光体の励起に寄与することなく出力されるLED光とが混色されて発光装置の発光観測面方向から出力される。このように複数のLEDチップを使用し、それぞれのLEDチップにより複数の蛍光体を直接励起させることができるため、一つのLEDチップで数種類の蛍光体を一度に励起させる従来の発光装置と比較して、本発明は、各蛍光体の本来の発光スペクトルで高輝度に発光することが可能な発光装置とすることができる。

20

【0032】

このように第1の蛍光体層と第2の蛍光体層、あるいは更に第3の蛍光体層とに分けて順に積層させると、各蛍光体層には異なる波長領域の光を出光する蛍光体がそれぞれ含有されていることにより、演色性を向上させた発光装置とすることが可能である。即ち、第1の蛍光体層に含まれる赤色系蛍光体から出光する赤色領域の発光スペクトルのピーク波長が、600nmから700nmの範囲に存在し、第2の蛍光体層に含まれるYAG系蛍光体の励起吸収スペクトルのピーク波長が、420nmから470nmの範囲であるため、赤色系蛍光体から出光する光はYAG系蛍光体に吸収されることがほとんどなく他の波長の光と効率よく混色される。

30

【0033】

また、第1の凹部101が第2の凹部105から奥まった部分に形成されている。このように形成することにより、第2の蛍光体層106から出光して発光観測面方向に向かう波長500nmから700nmの光が、波長350nmから600nmの範囲に励起吸収スペクトルを有する赤色系蛍光体によって吸収されないため、演色性を向上させた発光装置とすることが可能である。

40

【0034】

また、このように2層に分けて蛍光体層を形成させることにより、第1の蛍光体層103から出光した光およびLED光は、第2の蛍光体層106を透過する間に蛍光体粒子により吸収されることなく拡散され、青色領域の光、黄色から緑色領域の光、および赤色領域の光が効率よく混色される。従って、発光装置から出光する光の演色性を向上させることが可能である。さらに、好ましくは第2の蛍光体層106内に拡散剤またはフィラーを含有させたり、あるいは第2の蛍光体層106上に拡散剤またはフィラーを含有させたモー

50

ルド部材を形成してもよい。このような構成にすることにより、さらに効率よく混色を行うことが可能である。

【0035】

一般に、蛍光体は周囲温度の上昇と共に励起効率が低下するため、蛍光体から出光する光の出力も低下する。本実施の形態においては、ピーク波長 λ_p が460nm程度の青色領域の光を発光する発光素子に蛍光体を塗布した状態で、周囲温度を1℃変化させたときの相対発光出力の低下割合を発光出力低下率というものとする。赤色系蛍光体およびYAG系蛍光体の温度上昇に対する発光出力低下率は共に 4.0×10^{-3} [a. u. /℃]以下、より好ましくは 2.0×10^{-3} [a. u. /℃]以下とし、従来技術と比較して発熱を伴う発光装置全体の光束[1m]の低下を更に抑えることが可能な構成とすることもできる。また、赤色系蛍光体とYAG系蛍光体の温度上昇に対する発光出力低下率がほぼ等しい構成とすることができる。即ち、赤色系蛍光体とYAG系蛍光体との発光出力低下率の差を 2.0×10^{-3} [a. u. /℃]以下、より好ましくは 2.0×10^{-4} [a. u. /℃]以下として、発光出力低下率をほぼ等しくすることができる。このようにすることにより発熱によって励起効率が低下する蛍光体の温度特性がほぼ同じとなり、周囲温度が変化しても色ズレの発生を抑えることが可能な発光装置を形成することができる。

10

【0036】

以下、本発明の実施の形態の各構成について詳述する。

〔蛍光体〕

本発明で使用される蛍光体として、紫外から可視光領域の光で励起され異なる波長領域の光をそれぞれ発光する種々の蛍光体を組み合わせて使用することが可能である。その際、第1の蛍光体から出光する光の一部が、第2の蛍光体に吸収されることのない蛍光体がそれぞれ選択される。本実施の形態において、蛍光体として紫外光により励起されて所定の色の光を発生する蛍光体も用いることができ、具体例として、例えば、

20

(1) $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{FCl}:\text{Sb}, \text{Mn}$

(2) $\text{M}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$ (但し、MはSr、Ca、Ba、Mgから選択される少なくとも一種)

(3) $\text{BaMg}_2\text{Al}_{16}\text{O}_{27}:\text{Eu}$

(4) $\text{BaMg}_2\text{Al}_{16}\text{O}_{27}:\text{Eu}, \text{Mn}$

(5) $3.5\text{MgO} \cdot 0.5\text{MgF}_2 \cdot \text{GeO}_2:\text{Mn}$

30

(6) $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}$

(7) $\text{Mg}_6\text{As}_2\text{O}_{11}:\text{Mn}$

(8) $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}$

(9) $(\text{Zn}, \text{Cd})\text{S}:\text{Cu}$

(10) $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}$

(11) $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{ClBr}:\text{Mn}, \text{Eu}$

(12) $\text{Zn}_2\text{GeO}_4:\text{Mn}$

(13) $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}$ 、及び

(14) $\text{La}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}$ 等が挙げられる。

【0037】

40

特に、本実施の形態において使用される蛍光体は、イットリウム・アルミニウム・ガーネット(ざくろ石型)系蛍光体と、赤色系の光を発光可能な赤色系蛍光体、特に窒化物系蛍光体とを組み合わせたものを使用することができる。これらのYAG系蛍光体および窒化物系蛍光体は、複数の層から構成される蛍光体層中に別々に含有させる。以下、それぞれの蛍光体について詳細に説明していく。ここで本発明において、蛍光体の粒径とは、体積基準粒度分布曲線により得られる値であり、前記体積基準粒度分布曲線は、レーザ回折・散乱法により蛍光体の粒度分布を測定し得られるものである。具体的には、気温25℃、湿度70%の環境下において、濃度が0.05%であるヘキサメタリン酸ナトリウム水溶液に蛍光体を分散させ、レーザ回折式粒度分布測定装置(SALD-2000A)により、粒径範囲0.03 μm ~700 μm にて測定し得られたものである。

50

(イットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体)

本実施の形態に用いられるイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体(YAG系蛍光体)とは、YとAlを含み、かつLu、Sc、La、Gd、Tb、Eu及びSmから選択された少なくとも一つの元素と、Ga及びInから選択された一つの元素とを含み、希土類元素から選択された少なくとも一つの元素で付活された蛍光体であり、LEDチップ104から発光された可視光や紫外線で励起されて発光する蛍光体である。特に本実施の形態において、CeあるいはPrで付活され組成の異なる2種類以上のイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体も利用される。発光層に窒化物系化合物半導体を用いた発光素子から発光した青色系の光と、青色光を吸収させるためボディーカラーが黄色である蛍光体から発光する緑色系及び赤色系の光と、或いは、黄色系の光であってより緑色系及びより赤色系の光を混色表示させると所望の白色系発光色表示を行うことができる。発光装置はこの混色を起こさせるために蛍光体の粉体やバルクをエポキシ樹脂、アクリル樹脂或いはシリコン樹脂などの各種樹脂や酸化珪素、酸化アルミニウム、シリカゾルなどの透光性無機物中に含有させることが好ましい。このように蛍光体が含有されたものは、LEDチップからの光が透過する程度に薄く形成させたドット状のものや層状ものなど用途に応じて種々用いることができる。蛍光体と樹脂などとの比率や塗布、充填量を種々調整すること及び発光素子の発光波長を選択することにより白色を含め電球色など任意の色調を提供させることができる。

10

【0038】

また、2種類以上の蛍光体をそれぞれ発光素子からの入射光に対して順に配置させることによって効率よく発光可能な発光装置とすることができる。即ち、反射部材を有する発光素子上には、長波長側に吸収波長があり長波長に発光可能な蛍光体が含有された色変換部材と、それよりも長波長側に吸収波長があり、より長波長に発光可能な色変換部材とを積層などさせることで反射光を有効利用することができる。

20

【0039】

YAG系蛍光体を使用すると、放射照度として $(E_e) = 0.1 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2}$ 以上 $1000 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2}$ 以下のLEDチップと接する或いは近接して配置された場合においても高効率に十分な耐光性を有する発光装置とすることができる。

【0040】

本実施の形態に用いられるセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体である緑色系が発光可能なYAG系蛍光体では、ガーネット構造のため、熱、光及び水分に強く、励起吸収スペクトルのピーク波長が420nmから470nm付近にさせることができる。また、発光ピーク波長 λ_p も510nm付近にあり700nm付近まで裾を引くブロードな発光スペクトルを持つ。一方、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体である赤色系が発光可能なYAG系蛍光体でも、ガーネット構造であり熱、光及び水分に強く、励起吸収スペクトルのピーク波長が420nmから470nm付近にさせることができる。また、発光ピーク波長 λ_p が600nm付近にあり750nm付近まで裾を引くブロードな発光スペクトルを持つ。

30

【0041】

ガーネット構造を持ったYAG系蛍光体の組成の内、Alの一部をGaで置換することで発光スペクトルが短波長側にシフトし、また組成のYの一部をGd及び／又はLaで置換することで、発光スペクトルが長波長側へシフトする。Yの置換が2割未満では、緑色成分が大きく赤色成分が少なくなる。また、8割以上では、赤み成分が増えるものの輝度が急激に低下する。また、励起吸収スペクトルについても同様に、ガーネット構造を持ったYAG系蛍光体の組成の内、Alの一部をGaで置換することで励起吸収スペクトルが短波長側にシフトし、また組成のYの一部をGd及び／又はLaで置換することで、励起吸収スペクトルが長波長側へシフトする。YAG系蛍光体の励起吸収スペクトルのピーク波長は、発光素子の発光スペクトルのピーク波長より短波長側にあることが好ましい。このように構成すると、発光素子に投入する電流を増加させた場合、励起吸収スペクトルのピーク波長は、発光素子の発光スペクトルのピーク波長にほぼ一致するため、蛍光体の励起

40

50

効率を低下させることなく、色度ズレの発生を抑えた発光装置を形成することができる。

【0042】

このような蛍光体は、Y、Gd、Ce、La、Al、Sm及びGaの原料として酸化物、又は高温で容易に酸化物になる化合物を使用し、それらを化学量論比で十分に混合して原料を得る。又は、Y、Gd、Ce、La、Smの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を硫酸で共沈したものを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウム、酸化ガリウムとを混合して混合原料を得る。これにフラックスとしてフッ化アンモニウム等のフッ化物を適量混合して坩堝に詰め、空气中1350～1450℃の温度範囲で2～5時間焼成して焼成品を得、次に焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通すことで得ることができる。また、別の実施の形態の蛍光体の製造方法では、蛍光体の原料を混合した混合原料とフラックスからなる混合物を、大気中又は還元雰囲気中にて行う第一焼成工程と、還元雰囲気中にて行う第二焼成工程とからなる、二段階で焼成することが好ましい。ここで、還元雰囲気とは、混合原料から所望の蛍光体を形成する反応過程において必要な酸素量は少なくとも含むように設定された弱い還元雰囲気のことをいい、この還元雰囲気中において所望とする蛍光体の構造形成が完了するまで第一焼成工程を行うことにより、蛍光体の黒変を防止し、かつ光の吸収効率の低下を防止できる。また、第二焼成工程における還元雰囲気とは、還元雰囲気より強い還元雰囲気を用いる。このように二段階で焼成すると、励起波長の吸収効率の高い蛍光体を得られる。従って、このように形成された蛍光体にて発光装置を形成した場合に、所望とする色調を得るために必要な蛍光体量を減らすことができ、光取り出し効率の高い発光装置を形成することができる。

10

20

【0043】

組成の異なる2種類以上のセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体は、混合させて用いても良いし、それぞれ独立して配置させても良い。蛍光体をそれぞれ独立して配置させる場合、発光素子から光をより短波長側で吸収発光しやすい蛍光体、それよりも長波長側で吸収発光しやすい蛍光体の順に配置させることが好ましい。これによって効率よく吸収及び発光させることができる。

(窒化物系蛍光体)

本発明で使用される第1の蛍光体は、Nを含み、かつBe、Mg、Ca、Sr、Ba、及びZnから選択された少なくとも一つの元素と、C、Si、Ge、Sn、Ti、Zr、及びHfから選択された少なくとも一つの元素とを含み、希土類元素から選択された少なくとも一つの元素で付活された窒化物系蛍光体である。また、本実施の形態に用いられる窒化物系蛍光体としては、LEDチップから発光された可視光、紫外線を吸収することによって励起され発光する蛍光体をいう。特に本発明に係る蛍光体は、Mnが添加されたSr-Ca-Si-N:Eu、Ca-Si-N:Eu、Sr-Si-N:Eu、Sr-Ca-Si-O-N:Eu、Ca-Si-O-N:Eu、Sr-Si-O-N:Eu系シリコンナイトライドである。この蛍光体の基本構成元素は、一般式 $L_x Si_y N_{(2/3x + 4/3y)} : Eu$ 若しくは $L_x Si_y O_z N_{(2/3x + 4/3y - 2/3z)} : Eu$ (Lは、Sr、Ca、SrとCaのいずれか。)で表される。一般式中、X及びYは、X=2、Y=5又は、X=1、Y=7であることが好ましいが、任意のものも使用できる。具体的には、基本構成元素は、Mnが添加された $(Sr_x Ca_{1-x})_2 Si_5 N_8 : Eu$ 、 $Sr_2 Si_5 N_8 : Eu$ 、 $Ca_2 Si_5 N_8 : Eu$ 、 $Sr_x Ca_{1-x} Si_7 N_{10} : Eu$ 、 $Sr Si_7 N_{10} : Eu$ 、 $Ca Si_7 N_{10} : Eu$ で表される蛍光体を使用することが好ましいが、この蛍光体の組成中には、Mg、Sr、Ca、Ba、Zn、B、Al、Cu、Mn、Cr及びNiからなる群より選ばれる少なくとも1種以上が含まれていてもよい。但し、本発明は、この実施の形態及び実施例に限定されない。

30

40

Lは、Sr、Ca、SrとCaのいずれかである。SrとCaは、所望により配合比を変えることができる。

蛍光体の組成にSiを用いることにより安価で結晶性の良好な蛍光体を提供することができる。

50

【0044】

発光中心に希土類元素であるユウロピウム Eu を用いる。ユウロピウムは、主に 2 価と 3 価のエネルギー準位を持つ。本発明の蛍光体は、母体のアルカリ土類金属系窒化ケイ素に対して、 Eu^{2+} を付活剤として用いる。 Eu^{2+} は、酸化されやすく、3 価の Eu_2O_3 の組成で市販されている。しかし、市販の Eu_2O_3 では、O の関与が大きく、良好な蛍光体を得られにくい。そのため、 Eu_2O_3 から O を、系外へ除去したものを使用することが好ましい。たとえば、ユウロピウム単体、窒化ユウロピウムを用いることが好ましい。但し、Mn を添加した場合は、その限りではない。

【0045】

添加物である Mn は、 Eu^{2+} の拡散を促進し、発光輝度、エネルギー効率、量子効率等の発光効率の向上を図る。Mn は、原料中に含有させるか、又は、製造工程中に Mn 単体若しくは Mn 化合物を含有させ、原料と共に焼成する。但し、Mn は、焼成後の基本構成元素中に含有されていないか、含有されていても当初含有量と比べて少量しか残存していない。これは、焼成工程において、Mn が飛散したためであると思われる。

蛍光体には、基本構成元素中に、若しくは、基本構成元素とともに、Mg、Sr、Ca、Ba、Zn、B、Al、Cu、Mn、Cr、O 及び Ni からなる群より選ばれる少なくとも 1 種以上を含有する。これらの元素は、粒径を大きくしたり、発光輝度を高めたりする等の作用を有している。また、B、Al、Mg、Cr 及び Ni は、残光を抑えることができるという作用を有している。

【0046】

このような窒化物系蛍光体は、LED チップ 102 によって発光された青色光の一部を吸収して黄から赤色領域の光を発光する。窒化物系蛍光体を YAG 系蛍光体と共に上記の構成を有する発光装置に使用して、LED チップ 102、104 により発光された青色光と、YAG 系蛍光体による光と、窒化物系蛍光体による黄色から赤色の光とを混色することにより、暖色系の混色光を出光する発光装置とすることができる。セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質は、LED チップ 104 により発光された青色光の一部を吸収して黄色領域の光を発光する。ここで、LED チップ 104 により発光された青色光と、イットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質の黄色光とが混色により青白い白色に発光する。従って、この赤色発光する蛍光体とイットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質とを、第 1 の蛍光体層および第 2 の蛍光体層にそれぞれ含有させ、LED チップ 102 あるいは LED チップ 104 により発光された青色光とを組み合わせることで、より白色系の混色光を発光する発光装置を提供することができる。特に好ましいのは、色度が色度図における黒体放射の軌跡上に位置する白色の発光装置である。但し、所望の色温度の発光装置を提供するため、イットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質の蛍光体量と、赤色発光の蛍光体量を適宜変更することもできる。この白色系の混色光を発光する発光装置は、特殊演色評価数 R9 の改善を図っている。従来の青色発光素子とセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質との組合せのみの白色に発光する発光装置は、色温度 $T_{cp} = 4600 \text{ K}$ 付近において特殊演色評価数 R9 がほぼ 0 に近く、赤み成分が不足していた。そのため特殊演色評価数 R9 を高めることが解決課題となっていたが、本発明において赤色発光の蛍光体をイットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質と共に用いることにより、特殊演色評価数 R9 を高めることができる。

【0047】

次に、本発明に係る蛍光体 $(\text{Sr}_x\text{Ca}_{1-x})_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ の製造方法を説明するが、本製造方法に限定されない。上記蛍光体には、Mn、O が含有されている。

【0048】

原料の Sr、Ca を粉砕する。原料の Sr、Ca は、単体を使用することが好ましいが、イミド化合物、アミド化合物などの化合物を使用することもできる。また原料 Sr、Ca には、B、Al、Cu、Mg、Mn、 Al_2O_3 などを含むものでもよい。原料の Sr、Ca は、アルゴン雰囲気中、グローブボックス内で粉砕を行う。粉砕により得られた Sr、Ca は、平均粒径が約 $0.1 \mu\text{m}$ から $15 \mu\text{m}$ であることが好ましいが、この範囲

に限定されない。S r、C aの純度は、2 N以上であることが好ましいが、これに限定されない。より混合状態を良くするため、金属C a、金属S r、金属E uのうち少なくとも1以上を合金状態としたのち、窒化し、粉碎後、原料として用いることもできる。

【0049】

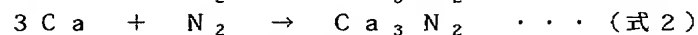
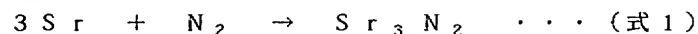
原料のS iを粉碎する。原料のS iは、単体を使用することが好ましいが、窒化物化合物、イミド化合物、アミド化合物などを使用することもできる。例えば、S i₃N₄、S i(NH₂)₂、Mg₂S iなどである。原料のS iの純度は、3 N以上のものが好ましいが、A l₂O₃、Mg、金属ホウ化物(C o₃B、N i₃B、C rB)、酸化マンガン、H₃B O₃、B₂O₃、C u₂O、C uOなどの化合物が含有されていてもよい。S iも、原料のS r、C aと同様に、アルゴン雰囲気中、若しくは、窒素雰囲気中、グローブボックス内で粉碎を行う。S i化合物の平均粒径は、約0.1 μmから15 μmであることが好ましい。

10

【0050】

次に、原料のS r、C aを、窒素雰囲気中で窒化する。この反応式を、以下の式1および式2にそれぞれ示す。

【0051】



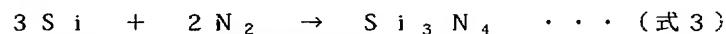
S r、C aを、窒素雰囲気中、600～900℃、約5時間、窒化する。S r、C aは、混合して窒化しても良いし、それぞれ個々に窒化しても良い。これにより、S r、C aの窒化物を得ることができる。S r、C aの窒化物は、高純度のものが好ましいが、市販のものも使用することができる。

20

【0052】

原料のS iを、窒素雰囲気中で窒化する。この反応式を、以下の式3に示す。

【0053】



ケイ素S iも、窒素雰囲気中、800～1200℃、約5時間、窒化する。これにより、窒化ケイ素を得る。本発明で使用する窒化ケイ素は、高純度のものが好ましいが、市販のものも使用することができる。

【0054】

S r、C a若しくはS r-C aの窒化物を粉碎する。S r、C a、S r-C aの窒化物を、アルゴン雰囲気中、若しくは、窒素雰囲気中、グローブボックス内で粉碎を行う。同様に、S iの窒化物を粉碎する。また、同様に、E uの化合物E u₂O₃を粉碎する。E uの化合物として、酸化ユウロピウムを使用するが、金属ユウロピウム、窒化ユウロピウムなども使用可能である。このほか、原料のZは、イミド化合物、アミド化合物を用いることもできる。酸化ユウロピウムは、高純度のものが好ましいが、市販のものも使用することができる。粉碎後のアルカリ土類金属の窒化物、窒化ケイ素及び酸化ユウロピウムの平均粒径は、約0.1 μmから15 μmであることが好ましい。

30

【0055】

上記原料中には、Mg、S r、C a、B a、Z n、B、A l、C u、M n、C r、O及びN iからなる群より選ばれる少なくとも1種以上が含有されていてもよい。また、Mg、Z n、B等の上記元素を以下の混合工程において、配合量を調節して混合することもできる。これらの化合物は、単独で原料中に添加することもできるが、通常、化合物の形態で添加される。この種の化合物には、H₃B O₃、C u₂O₃、MgC l₂、MgO・C aO、A l₂O₃、金属ホウ化物(C rB、Mg₃B₂、A lB₂、M nB)、B₂O₃、C u₂O、C uOなどがある。

40

【0056】

上記粉碎を行った後、S r、C a、S r-C aの窒化物、S iの窒化物、E uの化合物E u₂O₃を混合し、Mnを添加する。これらの混合物は、酸化されやすいため、A r雰囲気中、又は、窒素雰囲気中、グローブボックス内で、混合を行う。

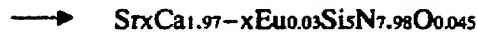
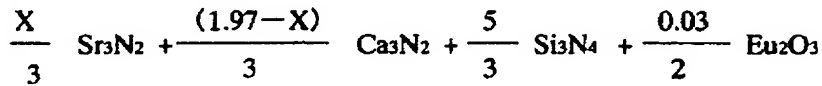
50

【0057】

最後に、Sr、Ca、Sr-Caの窒化物、Siの窒化物、Euの化合物Eu₂O₃の混合物をアンモニア雰囲気中で、焼成する。焼成により、Mnが添加された(Sr_xCa_{1-x})₂Si₅N₈:Euで表される蛍光体を得ることができる。この焼成による基本構成元素の反応式を、以下に示す。

【0058】

【化1】



10

【0059】

ただし、各原料の配合比率を変更することにより、目的とする蛍光体の組成を変更することができる。

【0060】

焼成は、管状炉、小型炉、高周波炉、メタル炉などを使用することができる。焼成温度は、1200から1700℃の範囲で焼成を行うことができるが、1400から1700℃の焼成温度が好ましい。焼成は、徐々に昇温を行い1200から1500℃で数時間焼成を行う一段階焼成を使用することが好ましいが、800から1000℃で一段階目の焼成を行い、徐々に加熱して1200から1500℃で二段階目の焼成を行う二段階焼成（多段階焼成）を使用することもできる。蛍光体の原料は、窒化ホウ素（BN）材質のるつぼ、ボートを用いて焼成を行うことが好ましい。窒化ホウ素材質のるつぼの他に、アルミナ（Al₂O₃）材質のるつぼを使用することもできる。

20

【0061】

以上の製造方法を使用することにより、目的とする蛍光体を得ることが可能である。

【0062】

本発明の実施例において、赤味を帯びた光を発光する蛍光体として、特に窒化物系蛍光体を使用するが、本発明においては、窒化物系蛍光体以外の赤色系蛍光体を含む蛍光体層103とすることも可能である。このような赤色系の光を発光可能な蛍光体は、波長が400～600nmの光によって励起されて発光する蛍光体であり、例えば、Y₂O₂S:Eu、La₂O₂S:Eu、CaS:Eu、SrS:Eu、ZnS:Mn、ZnCdS:Ag、Al、ZnCdS:Cu、Al等が挙げられる。このようにYAG系蛍光体を含む蛍光体層と、赤色系の光を発光可能な蛍光体を含む蛍光体層を組み合わせることにより発光装置の演色性を向上させることが可能である。

30

【LEDチップ102、104】

本発明における蛍光体の励起光源として、第1の蛍光体および第2の蛍光体を励起させることが可能な様々な光源を利用することができる。例えば、LEDチップに代表される半導体発光素子、半導体レーザー素子等が挙げられる。特に本実施の形態においては、第1の蛍光体および第2の蛍光体を励起させる光源である発光素子は、LEDチップ102およびLEDチップ104である。あるいは本発明の別の実施の形態として、紫外線を発光することが可能な発光素子と、該紫外線を吸収し異なる波長を有する光を発光する蛍光体とが組み合わせられて形成された光源を、第1の蛍光体と第2の蛍光体を励起させる光源としても構わない。例えば、紫外線を発光するLEDチップと、該紫外線を吸収し青色領域の光を発光する蛍光体とを組み合わせることで励起光源とし、該励起光源が励起し青色領域の光を発光する第1の蛍光体と、該励起光源が励起し緑から黄色領域の光を発光する第2の蛍光体とを励起光源の側から順に配置させた発光装置を形成しても構わない。このように構成することによって、第2の蛍光体から出光する光は第1の蛍光体に吸収されることがない

40

50

ため、紫外線を発光するLEDチップを利用して演色性を向上させた発光装置を形成することができる。

【0063】

本実施の形態のように、第1の蛍光体と、第2の蛍光体と、発光素子とを組み合わせ、それらの蛍光体を励起させることによって波長変換した光を混色させ出光させる発光装置とする場合、該蛍光体を励起可能な波長の光を出光するLEDチップが使用される。LEDチップは、MOCVD法等により基板上にGaAs、InP、GaAlAs、InGaAlP、InN、AlN、GaN、InGaN、AlGaN、InGaAlN等の半導体を発光層として形成させる。半導体の構造としては、MIS接合、PIN接合やPN接合などを有するホモ構造、ヘテロ構造あるいはダブルヘテロ構成のものが挙げられる。半導体層の材料やその混晶度によって発光波長を種々選択することができる。また、半導体活性層を量子効果が生ずる薄膜に形成させた単一量子井戸構造や多重量子井戸構造とすることもできる。好ましくは、蛍光体を効率良く励起できる比較的短波長を効率よく発光可能な窒化物系化合物半導体（一般式 $\text{In}_i\text{Ga}_j\text{Al}_k\text{N}$ 、ただし、 $0 \leq i$ 、 $0 \leq j$ 、 $0 \leq k$ 、 $i+j+k=1$ ）である。

【0064】

窒化ガリウム系化合物半導体を使用した場合、半導体基板にはサファイヤ、スピネル、SiC、Si、ZnO、GaN等の材料が好適に用いられる。結晶性の良い窒化ガリウムを形成させるためにはサファイヤ基板を用いることがより好ましい。サファイヤ基板上に半導体膜を成長させる場合、GaN、AlN等のバッファ層を形成しその上にPN接合を有する窒化ガリウム半導体を形成させることが好ましい。また、サファイア基板上にSiO₂をマスクとして選択成長させたGaN単結晶自体を基板として利用することもできる。この場合、各半導体層の形成後SiO₂をエッチング除去させることによって発光素子とサファイア基板とを分離させることもできる。窒化ガリウム系化合物半導体は、不純物をドーピングしない状態でN型導電性を示す。発光効率を向上させるなど所望のN型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、N型ドーパントとしてSi、Ge、Se、Te、C等を適宜導入することが好ましい。一方、P型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、P型ドーパントであるZn、Mg、Be、Ca、Sr、Ba等をドーピングさせる。

【0065】

窒化ガリウム系化合物半導体は、P型ドーパントをドーピングしただけではP型化しにくいいためP型ドーパント導入後に、炉による加熱、低速電子線照射やプラズマ照射等によりアニールすることでP型化させることが好ましい。具体的な発光素子の層構成としては、窒化ガリウム、窒化アルミニウムなどを低温で形成させたバッファ層を有するサファイア基板や炭化珪素上に、窒化ガリウム半導体であるN型コンタクト層、窒化アルミニウム・ガリウム半導体であるN型クラッド層、Zn及びSiをドーピングさせた窒化インジウムガリウム半導体である活性層、窒化アルミニウム・ガリウム半導体であるP型クラッド層、窒化ガリウム半導体であるP型コンタクト層が積層されたものが好適に挙げられる。LEDチップ102を形成させるためにはサファイア基板を有するLEDチップ102の場合、エッチングなどによりP型半導体及びN型半導体の露出面を形成させた後、半導体層上にスパッタリング法や真空蒸着法などを用いて所望の形状の各電極を形成させる。SiC基板の場合、基板自体の導電性を利用して一對の電極を形成させることもできる。

【0066】

次に、形成された半導体ウエハー等をダイヤモンド製の刃先を有するブレードが回転するダイシングソーにより直接フルカットするか、又は刃先幅よりも広い幅の溝を切り込んだ後（ハーフカット）、外力によって半導体ウエハーを割る。あるいは、先端のダイヤモンド針が往復直線運動するスクライバーにより半導体ウエハーに極めて細かいスクライプライン（経線）を例えば碁盤目状に引いた後、外力によってウエハーを割り半導体ウエハーからチップ状にカットする。このようにして窒化物系化合物半導体であるLEDチップ102を形成させることができる。

【0067】

10

20

30

40

50

蛍光体を励起させて発光させる本発明の発光装置においては、蛍光体の励起吸収波長を考慮してLEDチップの発光ピーク波長は350nm以上530nm以下とすることができ

【0068】

また、LEDチップ102、およびLEDチップ104のそれぞれの発光出力を個別に制御可能とし、第1の蛍光体、および第2の蛍光体により波長変換されて出光する光の混色の度合いを制御することにより、混色光の色温度を自由に調節できる発光装置とすることもできる。

〔導電性ワイヤー110〕

導電性ワイヤー110としては、LEDチップの電極とのオーミック性、機械的接続性、電気伝導性及び熱伝導性がよいものが求められる。熱伝導度としては $0.01 \text{ cal}/(\text{s})(\text{cm}^2)(^\circ\text{C}/\text{cm})$ 以上が好ましく、より好ましくは $0.5 \text{ cal}/(\text{s})(\text{cm}^2)(^\circ\text{C}/\text{cm})$ 以上である。また、作業性などを考慮して導電性ワイヤーの直径は、好ましくは、 $\Phi 10 \mu\text{m}$ 以上、 $\Phi 45 \mu\text{m}$ 以下である。特に、蛍光体が含有されたコーティング部と蛍光体が含有されていないモールド部材との界面で導電性ワイヤーが断線しやすい。それぞれ同一材料を用いたとしても蛍光体が入ることにより実質的な熱膨張量が異なるため断線しやすいと考えられる。そのため、導電性ワイヤーの直径は、 $25 \mu\text{m}$ 以上がより好ましく、発光面積や扱い易さの観点から $35 \mu\text{m}$ 以下がより好ましい。

【0069】

このような導電性ワイヤーとして具体的には、金、銅、白金、アルミニウム等の金属及びそれらの合金を用いた導電性ワイヤーが挙げられる。このような導電性ワイヤーは、各LEDチップの電極と、インナー・リード及びマウント・リードなどと、をワイヤーボンディング機器によって容易に接続させることができる。

〔パッケージ108〕

本実施の形態におけるパッケージ108は、LEDチップ102および第1の蛍光体層103を載置する第1の凹部101、および該第1凹部を含み、LED104および第2の蛍光体層106を載置する第2の凹部を有する。また、LEDチップに電力を供給する正負一対のリード電極109がパッケージの一部に一体成型されている。図1に示されるように、第1の凹部101は、LEDチップ104が載置される第2の凹部105の底面より発光観測面とは逆の方向に奥まって形成されていることが好ましい。あるいは、第2の凹部105内でLEDチップ104が載置される同一底面上にカップ状の第1の凹部を設けても構わない。また、別の実施の形態では、LEDチップ102が載置される同一面上に、LEDチップ104をスペーサを介して載置し、LEDチップ102がLEDチップ104よりスペーサの厚さ分だけ凹部底面に近い位置に載置されるようにしても構わない。さらに別の実施の形態では、LEDチップ102の発光観測面側表面に対してスクリーン印刷、あるいはスプレーを使用した塗布方法により第1の蛍光体層103を形成した後、凹部底面に載置しても構わない。以上のようにすることにより、赤色系蛍光体を含む蛍光体層の形成材料にて所望のLEDチップ102のみを確実に覆うことが可能である。また、第2の蛍光体層106に含まれる蛍光体から出光して発光観測面方向に向かう光が、第1の蛍光体層中に含まれる赤色系蛍光体によって吸収されないので、演色性を向上させた発光装置とすることが可能である。

【0070】

このようなパッケージ108は、トランスファーモールド成型、インサート成形などにより比較的簡単に形成することができる。パッケージの熱可塑性材料として芳香族ナイロン系樹脂、ポリフタルアミド樹脂(PPA)、サルホン系樹脂、ポリアミドイミド樹脂(PAI)、ポリケトン樹脂(PK)、ポリカーボネート樹脂、ポリフェニレンサルファイド(PPS)、液晶ポリマー(LCP)、ABS樹脂、PBT樹脂等の熱可塑性樹脂などを用いることができる。なお、これらの熱可塑性樹脂にガラス繊維を含有させたものを熱可塑性材料として使用しても構わない。このようにガラス繊維を含有させることにより、高剛性を有し、高強度なパッケージを形成することが可能である。ここで、第1の凹部およ

び第2の凹部は、成型金型を使用したパッケージ成型時に一体成型により形成することが可能である。

【0071】

また、パッケージは金属材料を使用して形成することも可能である。この場合、凹部は、押し圧加工を施すことにより容易に形成することができ、リード電極は、パッケージの一部に絶縁性部材を介して形成される。このように金属材料をパッケージ材料として使用することにより、放熱性を向上させた発光装置とすることができる。

【0072】

LEDチップのパッケージ凹部内への接着は熱硬化性樹脂などの絶縁性接着剤によって行うことができる。具体的には、エポキシ樹脂、アクリル樹脂やイミド樹脂などが挙げられる。また、LEDチップの電極面をリード電極に対向させて接続する実装方法であるフェースダウンよりリード電極と電氣的導通を図るためには、Agペースト、カーボンペースト、金属バンプ、共晶ハンダ等を用いることができる。さらに、発光ダイオードの光利用効率を向上させるためにLEDチップが配置されるマウント・リードの表面を鏡面状とし、表面に反射機能を持たせても良い。この場合の表面粗さは、0.1S以上0.8S以下が好ましい。

【リード電極109】

本実施の形態で使用される正負一對のリード電極としては、LEDチップに電力を供給するものであり、パッケージ108の一部に必要な応じて絶縁性部材を介して形成される。別の実施の形態としては、正負何れか一方のリード電極に対して第1の凹部および第2の凹部を直接設け、LEDチップを絶縁性接着剤を介して載置しても構わない。リード電極の具体的な電気抵抗としては $300\mu\Omega\text{--}cm$ 以下が好ましく、より好ましくは、 $3\mu\Omega\text{--}cm$ 以下である。また、リード電極上に複数のLEDチップを積置する場合は、LEDチップからの発熱量が多くなるため熱伝導度がよいことが求められる。具体的には、 $0.01\text{cal}/(s)(cm^2)(^\circ C/cm)$ 以上が好ましくより好ましくは $0.5\text{cal}/(s)(cm^2)(^\circ C/cm)$ 以上である。これらの条件を満たす材料としては、鉄、銅、鉄入り銅、錫入り銅、メタライズパターン付きセラミック等が挙げられる。

【マウント・リード202】

本実施の形態におけるマウント・リード202としては、図3に示されるようにLEDチップ102およびLEDチップを配置させる第1の凹部101と第2の凹部105を有するものであり、ダイボンド機器などで積載するのに十分な大きさがあれば良い。図3に示されるように、第1の凹部101は、LEDチップ104が載置される第2の凹部105の底面より発光観測面とは逆の方向に奥まって形成されていることが好ましい。あるいは、第2の凹部105内でLEDチップ104が載置される同一底面上にカップ状の第1の凹部を設けても構わない。また、別の実施の形態では、LEDチップ102が載置された同一面上に、LEDチップ104をスペーサを介して載置し、LEDチップ102がLEDチップ104よりスペーサの厚さ分だけ凹部底面に近い位置に載置されるようにしても構わない。さらに別の実施の形態では、LEDチップ102の発光観測面側表面に対してスクリーン印刷、あるいはスプレーを使用した塗布方法により第1の蛍光体層103を形成した後、凹部底面上に載置しても構わない。以上のようにすることにより、赤色系蛍光体を含む蛍光体層の形成材料にて所望のLEDチップ102のみを確実に覆うことが可能である。また、LEDチップを複数設置しマウント・リードをLEDチップの共通電極として利用する場合においては、十分な電気伝導性とボンディングワイヤー等との接続性が求められる。

【0073】

LEDチップ102、104とマウント・リード202のカップとの接着は熱硬化性樹脂などによって行うことができる。具体的には、エポキシ樹脂、アクリル樹脂やイミド樹脂などが挙げられる。また、フェースダウンLEDチップなどによりマウント・リードと接着させると共に電氣的に接続させるためにはAgペースト、カーボンペースト、金属バンプ等を用いることができる。さらに、発光ダイオードの光利用効率を向上させるためにL

LEDチップが配置されるマウント・リードの表面を鏡面状とし、表面に反射機能を持たせても良い。この場合の表面粗さは、 0.1 S 以上 0.8 S 以下が好ましい。また、マウント・リードの具体的な電気抵抗としては $300\mu\Omega\text{-cm}$ 以下が好ましく、より好ましくは、 $3\mu\Omega\text{-cm}$ 以下である。また、マウント・リード上に複数のLEDチップを積層する場合は、LEDチップからの発熱量が多くなるため熱伝導度がよいことが求められる。具体的には、 $0.01\text{ cal}/(\text{s})(\text{cm}^2)(^\circ\text{C}/\text{cm})$ 以上が好ましくより好ましくは $0.5\text{ cal}/(\text{s})(\text{cm}^2)(^\circ\text{C}/\text{cm})$ 以上である。これらの条件を満たす材料としては、鉄、銅、鉄入り銅、錫入り銅、メタライズパターン付きセラミック等が挙げられる。このような金属を使用した場合、第1の凹部および第2の凹部は、成型用金型による加工、押し圧加工等によって形成することが可能である。

10

【インナー・リード201】

インナー・リード201としては、マウント・リード202上に配置されたLEDチップ102と接続された導電性ワイヤー110との接続を図るものである。マウント・リード上に複数のLEDチップを設けた場合は、各導電性ワイヤー同士が接触しないよう配置できる構成とする必要がある。具体的には、マウント・リードから離れるに従って、インナー・リードのワイヤーボンディングさせる端面の面積を大きくすることなどによってマウント・リードからより離れたインナー・リードと接続させる導電性ワイヤーの接触を防ぐことができる。導電性ワイヤーとの接続端面の粗さは、密着性を考慮して 1.6 S 以上 10 S 以下が好ましい。インナー・リードの先端部を種々の形状に形成させるためには、あらかじめリードフレームの形状を型枠で決めて打ち抜き形成させてもよく、あるいは全てのインナー・リードを形成させた後にインナー・リード上部の一部を削ることによって形成させても良い。さらには、インナー・リードを打ち抜き形成後、端面方向から加圧することにより所望の端面の面積と端面高さを同時に形成させることもできる。

20

【0074】

インナー・リードは、導電性ワイヤーであるボンディングワイヤー等との接続性及び電気伝導性が良いことが求められる。具体的な電気抵抗としては、 $300\mu\Omega\text{-cm}$ 以下が好ましく、より好ましくは $3\mu\Omega\text{-cm}$ 以下である。これらの条件を満たす材料としては、鉄、銅、鉄入り銅、錫入り銅及び銅、金、銀をメッキしたアルミニウム、鉄、銅等が挙げられる。

【蛍光体層103、106】

本実施の形態における第1の蛍光体層103および第2の蛍光体層106とは、パッケージに設けられた凹部内にてLEDチップを被覆するものでありLEDチップの発光を変換する赤色系蛍光体およびYAG系蛍光体がそれぞれ含有されるものである。蛍光体層を形成する具体的材料としては、エポキシ樹脂、ユリア樹脂、シリコン樹脂などの耐候性に優れた透明樹脂や、耐光性に優れたシリカゾル、硝子などの透光性無機材料が好適に用いられる。また、蛍光体と共に拡散剤を含有させても良い。具体的な拡散剤としては、チタン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化珪素、炭酸カルシウム、二酸化珪素等が好適に用いられる。

30

【モールド部材107】

モールド部材107は、発光ダイオードの使用用途に応じてLEDチップ102、104、導電性ワイヤー110、蛍光体が含有された蛍光体層などを外部環境から保護するために設けることができる。モールド部材107は、一般には樹脂を用いて形成させることができる。また、蛍光体を含有させることによって視野角を増やすことができるが、樹脂モールドに拡散剤を含有させることによってLEDチップからの指向性を緩和させ視野角をさらに増やすことができる。更に、モールド部材107を所望の形状にすることによってLEDチップからの発光を集束させたり拡散させたりするレンズ効果を持たせることができる。従って、モールド部材107は複数積層した構造でもよい。具体的には、凸レンズ形状、凹レンズ形状さらには、発光観測面から見て楕円形状やそれらを複数組み合わせた物である。モールド部材107の具体的材料としては、主としてエポキシ樹脂、ユリア樹脂、シリコン樹脂などの耐候性に優れた透明樹脂や、耐光性に優れたシリカゾル、硝子

40

50

などの透光性無機材料が好適に用いられる。また、拡散剤としては、チタン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化珪素、炭酸カルシウム、二酸化珪素等が好適に用いられる。また、屈折率を考慮してモールド部材と蛍光体層とを同じ部材、例えばシリコン樹脂を用いて形成させても良い。本願発明においてモールド部材に拡散剤や着色剤を含有させることは、発光観測面側から見た蛍光体の着色を隠すことができる。なお、蛍光体の着色とは、本願発明の蛍光体が強い外光からの光のうち、青色成分を吸収し発光する。そのため黄色に着色しているように見えることである。特に、凸レンズ形状などモールド部材の形状によっては、着色部が拡大されて見えることがある。このような着色は、意匠上など好ましくない場合がある。モールド部材に含有された拡散剤は、モールド部材を乳白色に着色剤は所望の色に着色することで着色を見えなくさせることができる。したがって、このような発光観測面側から蛍光体の色が観測されることはない。

10

【0075】

また、LEDチップから放出される光の主発光波長が430nm以上では、光安定化剤である紫外線吸収剤をモールド部材中に含有させた方が耐候性上より好ましい。

【0076】

【実施例】

以下、本発明に係る実施例について詳述する。なお、本発明は以下に示す実施例のみに限定されないことは言うまでもない。

（実施例1）

図1に本実施例において形成される発光ダイオード100の模式図を示す。本実施例において、第1の蛍光体層103に含有される窒化物系蛍光体は、 $(\text{Sr}_{0.7}\text{Ca}_{0.3})_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ （以下、「蛍光体1」と呼ぶ）である。図11は、該蛍光体の励起吸収スペクトルを示し、図12は発光スペクトルを示す。また、第2の蛍光体層106に含有されるYAG系蛍光体は、 $\text{Y}_3(\text{Al}_{0.8}\text{Ga}_{0.2})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ （以下「蛍光体2」と呼ぶ）である。図9は、該蛍光体の励起吸収スペクトルを示し、図10は発光スペクトルを示す。

20

【0077】

図1に示されるように、第1の凹部101、第2の凹部105、および正負一対のリード電極109を有するパッケージ108を熱可塑性樹脂を材料として射出成型により形成する。青色領域の光が発光可能なLEDチップ102、104を絶縁性接着剤により第1の凹部、第2の凹部内にそれぞれ接着し固定する。本実施例においては、それぞれの凹部内に載置されるLEDチップをそれぞれ1チップとしたが、複数のチップをそれぞれの凹部内に載置しても構わない。このようにLEDチップを複数個載置することにより、それぞれの凹部内の蛍光体を直接励起させることができるため、高輝度に発光することが可能な発光装置を形成することができる。導電性ワイヤー110を使用してLEDチップ102、104の正電極および負電極を、リード電極の正電極および負電極にそれぞれワイヤーボンディングする。

30

【0078】

シリコン樹脂に蛍光体1を含有させた第1の蛍光体層103の形成材料を調整し、第1の凹部内に載置されているLEDチップ102が覆われるように、調製した材料を配置し硬化させる。ここで、シリコン樹脂と蛍光体1との調合比は、（シリコン樹脂）：（蛍光体1）＝10：3（重量比）である。

40

【0079】

続いて、シリコン樹脂に蛍光体2を含有させた第2の蛍光体層106の形成材料を調製し、第2の凹部内に載置されているLEDチップ104、および第1の蛍光体層103が覆われるように、調製した材料を配置し硬化させる。ここで、シリコン樹脂と蛍光体2との調合比は、（シリコン樹脂）：（蛍光体2）＝10：1（重量比）である。

【0080】

シリコン樹脂に拡散剤を含有させたモールド部材107により、導電性ワイヤー109、蛍光体層、およびLEDチップを封止する。

50

【0081】

以上により形成された発光装置に電流を流すと、図6に示されるような発光スペクトルを有する混色光が得られ、従来技術と比較して演色性を向上させ高出力発光することができる。ここで、LEDチップ102の出力は、LEDチップ104の出力より大きいことが好ましい。このようにすることによりさらに演色性を向上させ高出力発光することができる。本実施例において発光ダイオードを形成した場合の光学特性の測定結果を以下の表1に示す。

【0082】

【表1】

実施例 No.	色調 x	色調 y	色温度 [K]	演色性 Ra	特殊演色性 R9
実施例1	0.361	0.344	4380	91.9	91.4

10

【0083】

本発明に係る発光装置と、該発光装置から出光した光を発光観測面側に導く導光板とを組み合わせ、液晶ディスプレイの構成部材として使用可能なバックライト光源を形成した場合、周囲温度の変化によらず演色性を向上させ、かつ色度ズレが殆ど生じないバックライト光源とすることが可能である。

(実施例2)

図2に本実施例において形成される発光ダイオード200の模式図を示す。本実施例においては、上記実施例のように第1の凹部および第2の凹部とすることなく設けられた凹部101に少なくとも一つのLEDチップ102を載置し、実施例1と同様の方法により、LEDチップ102の上に第1の蛍光体層および第2の蛍光体層を順に積層させる。このように構成することにより従来技術と比較して演色性を向上させた発光装置とすることができる。

20

(実施例3)

本実施例において、第1の蛍光体層103および第2の蛍光体層106に含有される蛍光体は、上記実施例と同様に、それぞれ蛍光体1および蛍光体2である。ただし、蛍光体1および蛍光体2の含有量は、それぞれ上記実施例における含有量より多い。第1の蛍光体層および第2の蛍光体層は上記実施例と同様の方法により形成される。

30

【0084】

図3に本実施例において形成される発光ダイオード300の模式図を示す。発光ダイオード300は、マウント・リード202とインナーリード201とを備えたリードタイプの発光ダイオードであって、マウント・リード202のカップ部内に第1の凹部101および第2の凹部105が設けられる。該第1の凹部の底面上にLEDチップ102が設けられ、該LEDチップ102を覆うように第1の蛍光体層103が形成される。また、第2の凹部の底面上にLEDチップ104が設けられ、該LEDチップ104および第1の蛍光体層103を覆うように第2の蛍光体層106が形成される。さらに、蛍光体層、リード電極、及び導電性ワイヤーがモールド部材107により樹脂モールドされて構成される。ここで、LEDチップ102、104のn側電極及びp側電極はそれぞれ、マウント・リード202とインナー・リード201とにワイヤー110を用いて接続される。

40

【0085】

形成された発光装置に電流を流すことにより、図6に示されるような発光スペクトルを有する赤味をおびた混色光が得られ、従来技術と比較して演色性を向上させることができた。本実施例において発光ダイオードを形成した場合の光学特性の測定結果を以下の表2に示す。

【0086】

【表2】

実施例 No.	色調 x	色調 y	色温度 [K]	演色性 Ra	特殊演色性 R9
実施例 2	0.428	0.411	3199	95.6	78.2

【0087】

(実施例 4)

図 4 に本実施例において形成される発光ダイオード 400 の模式図を示す。本実施例においては、実施例 3 と同様にマウント・リード電極に対して形成された凹部 101 に少なくとも一つの LED チップ 102 を載置する。上述した他の実施例と同様の方法により、LED チップ 102 の上に第 1 の蛍光体層および第 2 の蛍光体層を順に積層させる。このように構成することにより従来技術と比較して演色性を向上させた発光装置とすることができる。

10

(実施例 5)

図 5 に本実施例において形成される発光ダイオード 500 の模式図を示す。他の実施例と同様に、第 1 の蛍光体層 103 により被覆された LED チップ 102 が載置される第 1 の凹部 101、および第 2 の蛍光体層 106 により被覆された LED チップ 104 が載置される第 2 の凹部 105 を設ける。ただし、本実施例において形成される発光ダイオード 500 は、正負一対のリード電極 109 を LED チップ 102、104 に対してそれぞれ一対設け、LED チップ 102、104 のそれぞれについて電流を投入し、独立して発光出力の制御を可能としてある。

20

【0088】

このように第 1 の蛍光体、および第 2 の蛍光体により波長変換されて出光する光の混色の度合いを制御することにより、混色光の色温度を自由に調節できる発光装置とすることができる。

(実施例 6)

図 1 に本実施例において形成される発光ダイオード 100 の模式図を示す。本実施例において、第 1 の蛍光体層 103 に含有される窒化物系蛍光体は、 $(\text{Sr}_{0.7}\text{Ca}_{0.3})_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ (以下、「蛍光体 1」と呼ぶ) である。また、第 2 の蛍光体層 106 に含有される YAG 系蛍光体は、 $\text{Y}_3(\text{Al}_{0.8}\text{Ga}_{0.2})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ (以下「蛍光体 2」と呼ぶ) である。

30

【0089】

図 1 に示されるように、第 1 の凹部 101、第 2 の凹部 105、および正負一対のリード電極 109 を有するパッケージ 108 を熱可塑性樹脂を材料として射出成型により形成する。青色領域の光が発光可能な LED チップ 102、104 を絶縁性接着剤により第 1 の凹部、第 2 の凹部内にそれぞれ接着し固定する。本実施例においては、それぞれの凹部内に載置される LED チップをそれぞれ 1 チップとしたが、複数のチップをそれぞれの凹部内に載置しても構わない。このように LED チップを複数個載置することにより、それぞれの凹部内の蛍光体を直接励起させることができるため、高輝度に発光することが可能な発光装置を形成することができる。導電性ワイヤー 110 を使用して LED チップ 102、104 の正電極および負電極を、リード電極の正電極および負電極にそれぞれワイヤーボンディングする。

40

【0090】

図 9 は、本実施例で使用される YAG 系蛍光体の励起吸収スペクトルを示す。また、図 10 は、本実施例で使用される YAG 系蛍光体の発光スペクトルを示す。本実施例では、それぞれ組成の異なる YAG 系蛍光体として、 $\text{Y}_3(\text{Al}_{0.8}\text{Ga}_{0.2})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ (蛍光体 2)、 $(\text{Y}_{0.8}\text{Gd}_{0.2})_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ (以下「蛍光体 3」と呼ぶ)、および $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ (以下「蛍光体 4」と呼ぶ) を使用した。これらの蛍光体は、LED チップからの青色光を吸収して励起され、黄色系から緑系の光を発光する蛍光体であり、第 2 の蛍光体層に含有される。

50

【0091】

図11は本実施例で使用される窒化物蛍光体の励起吸収スペクトルを示す。また、図12は本実施例で使用される窒化物蛍光体の発光スペクトルを示す。本実施例では、それぞれ組成の異なる窒化物系蛍光体として、 $(\text{Sr}_{0.7}\text{Ca}_{0.3})_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ （蛍光体1）、 $\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ （以下「蛍光体5」と呼ぶ）を使用した。これらの蛍光体は、LEDチップからの青色光を吸収して励起され、赤色系の光を発光する蛍光体であり、第1の蛍光体層に含有される。以下に、本実施例において使用される蛍光体の組成と発光スペクトルのピーク波長および色調を示す。

【0092】

【表3】

	組成	発光ピーク 波長 [nm]	色調 x	色調 y
蛍光体1	$(\text{Sr}_{0.7}\text{Ca}_{0.3})_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$	637	0.638	0.360
蛍光体2	$\text{Y}_3(\text{Al}_{0.8}\text{Ga}_{0.2})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$	533	0.383	0.575
蛍光体3	$(\text{Y}_{0.8}\text{Gd}_{0.2})_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$	562	0.457	0.527
蛍光体4	$\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$	550	0.422	0.554
蛍光体5	$\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$	610	0.597	0.401

10

【0093】

まず、蛍光体1から蛍光体5を1種類ずつ使用して発光ダイオードを形成した後、20mAのパルス電流を加えることによりLEDチップ自体の発熱が無視できる条件下にて周囲温度を上昇させ、周囲温度に対する発光ダイオードの発光出力を測定した。次に、蛍光体1から蛍光体5のそれぞれについて、25℃を基準とするLED発光の相対出力を求め、周囲温度－相対光出力特性として図14から図18に示した。また、発光ダイオードの周囲温度を1℃変化させたときLED発光相対出力の低下率を各蛍光体について求め、周囲温度の上昇に対する発光出力低下率として以下の表4に示す。

20

【0094】

【表4】

発光ダイオードに塗布した蛍光体	組成	発光出力低下率 [a. u. /℃]
蛍光体1	$(\text{Sr}_{0.7}\text{Ca}_{0.3})_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$	1.9×10^{-3}
蛍光体2	$\text{Y}_3(\text{Al}_{0.8}\text{Ga}_{0.2})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$	1.8×10^{-3}
蛍光体3	$(\text{Y}_{0.8}\text{Gd}_{0.2})_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$	2.2×10^{-3}
蛍光体4	$\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$	1.5×10^{-3}
蛍光体5	$\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$	3.4×10^{-3}

30

【0095】

本実施例において使用される蛍光体は、温度上昇に対する発光出力低下率がほぼ等しい蛍光体1と蛍光体2である。即ち、組み合わせる蛍光体の周囲温度に対する発光出力低下率が共に 2.0×10^{-3} [a. u. /℃] 以下と他の蛍光体の組み合わせと比較して小さく、かつ発光出力低下率の差が 2.0×10^{-4} [a. u. /℃] と、他の蛍光体の組み合わせと比較して小さい組み合わせとしたものである。

40

【0096】

本実施例にて蛍光体を励起するために使用するLEDチップ102、あるいは104は、InGaAlN系化合物半導体を発光層として形成させた発光素子であり、発光スペクトルのピーク波長は460nm付近である。また、電流密度を $3 \sim 300 \text{ A/cm}^2$ の間で高くすることにより色度座標が黒体放射軌跡に沿って低色温度側へシフトする。図8は、LEDチップ102、104に流す電流を変化させたときの発光スペクトルの電流特性を示す図である。図8に示されるように、発光スペクトルの電流特性は、投入電流を増加さ

50

せていくに従って、ピーク波長が短波長側にシフトする。

【0097】

そこで、図9に示されるように、LEDチップに投入される電流の増加によりLEDチップの発光スペクトルのピーク波長がシフトした位置に、上記3つの蛍光体2、3、4の励起吸収スペクトルのピーク波長の位置をほぼ一致させる。ここで、蛍光体2、3、4の励起吸収スペクトルのピーク波長と、LEDチップの発光スペクトルのピーク波長との差が、40nm以下であることが好ましい。このような蛍光体を使用することにより、該蛍光体の励起効率が向上し、波長変換されることなくLEDから出光してくる光の量が減少するため、発光装置の色度ズレを防ぐことができる。

【0098】

ここで、蛍光体2を使用した場合、蛍光体2の発光スペクトルは、図9に示されるように他の蛍光体の発光スペクトルよりも短波長側に移動する。従って、YAG系蛍光体の励起吸収スペクトルのピーク位置をずらすことによって発光装置の色度ズレが防止できたものの発光装置の発光は黒体輻射軌跡から外れているため、蛍光体1あるいは蛍光体5を加えることにより混色光に赤味成分を付加し、黒体輻射軌跡付近に色度座標を調整する。

【0099】

表1に示されるように本実施例の場合の演色性は、 $Ra = 91.9$ となり従来技術と比較して演色性を向上させることができる。

【0100】

図13は、本実施例において形成された発光装置について、DC駆動させたときの色度の変化を示す図である。電流密度を $15 [A/cm^2]$ から $180 [A/cm^2]$ まで増加させていくと、混色による光の色度の変動が、色度図上において、X座標が 0.339 から 0.351 、Y座標が 0.321 から 0.322 の範囲内にある。即ち、混色による光の色度は、電流を増加させても黒体輻射軌跡にほぼ沿う位置で移動し、色度の変化がほとんど生じない。

【0101】

本実施例の構成は、組み合わせる蛍光体の周囲温度に対する発光出力低下率が共に $2.0 \times 10^{-3} [a.u./^{\circ}C]$ 以下と他の実施例の蛍光体と比較して小さく、かつ発光出力低下率の差が $2.0 \times 10^{-4} [a.u./^{\circ}C]$ と他の実施例と比較して小さい組み合わせとしたものである。即ち、蛍光体1と蛍光体2の温度上昇に対する発光出力低下率がほぼ等しい。このように構成することにより、発光素子の発熱等による周囲温度の上昇によって蛍光体1および蛍光体2それぞれの発光出力が低下した場合であっても、蛍光体1と蛍光体2の発光出力差は、周囲温度の影響を受けることなく殆ど同じ値に保たれる。即ち、本実施例の構成とすることにより、発光装置の周囲温度の変化によらず演色性を向上させ、かつ色度ズレが殆ど生じない発光装置とすることが可能である。

【0102】

また、本発明に係る発光装置と、該発光装置から出光した光を発光観測面側に導く導光板とを組み合わせ、液晶ディスプレイの構成部材として使用可能なバックライト光源を形成した場合、周囲温度の変化によらず演色性を向上させ、かつ色度ズレが殆ど生じないバックライト光源とすることが可能である。

【0103】

【発明の効果】

本発明により、従来技術と比較して演色性を向上させた発光装置を形成することが可能である。

【0104】

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は、本発明に係る発光ダイオードの模式的な断面図である。

【図2】 図2は、本発明に係る発光ダイオードの模式的な断面図である。

【図3】 図3は、本発明に係る発光ダイオードの模式的な断面図である。

【図4】 図4は、本発明に係る発光ダイオードの模式的な断面図である。

10

20

30

40

50

【図 5】図 5 は、本発明に係る発光ダイオードの模式的な正面図（a）および断面図（b）である。

【図 6】図 6 は、本発明における発光装置の発光スペクトル特性を示す図である。

【図 7】図 7 は、本発明と比較のために示す従来技術の発光装置の発光スペクトル特性を示す図である。

【図 8】図 8 は、本発明における LED チップの発光スペクトル特性を示す図である。

【図 9】図 9 は、本発明における YAG 系蛍光体の励起吸収スペクトルを示す図である。

【図 10】図 10 は、本発明における YAG 系蛍光体の発光スペクトルを示す図である。

【図 11】図 11 は、本発明における窒化物系蛍光体の励起吸収スペクトルを示す図である。

10

【図 12】図 12 は、本発明における窒化物系蛍光体の発光スペクトルを示す図である。

【図 13】図 13 は、本発明における電流－色度特性（DC 駆動による測定）を示す図である。

【図 14】図 14 は、本発明における蛍光体 1 を使用した発光ダイオードの周囲温度－相對光出力特性を示す図である。

【図 15】図 15 は、本発明における蛍光体 2 を使用した発光ダイオードの周囲温度－相對光出力特性を示す図である。

【図 16】図 16 は、本発明における蛍光体 3 を使用した発光ダイオードの周囲温度－相對光出力特性を示す図である。

【図 17】図 17 は、本発明における蛍光体 4 を使用した発光ダイオードの周囲温度－相對光出力特性を示す図である。

20

【図 18】図 18 は、本発明における蛍光体 5 を使用した発光ダイオードの周囲温度－相對光出力特性を示す図である。

【符号の説明】

100、200・・・表面実装型発光ダイオード

300、400・・・発光ダイオード

101・・・第 1 の凹部

102、104・・・LED チップ

103・・・第 1 の蛍光体層

105・・・第 2 の凹部

106・・・第 2 の蛍光体層

107・・・モールド部材

108・・・パッケージ

109・・・リード電極

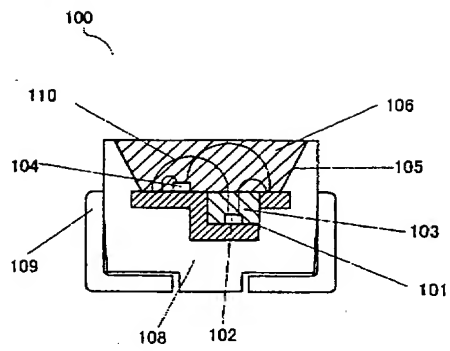
110・・・導電性ワイヤー

201・・・インナー・リード

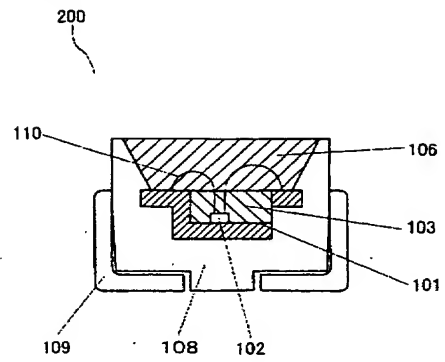
202・・・マウント・リード

30

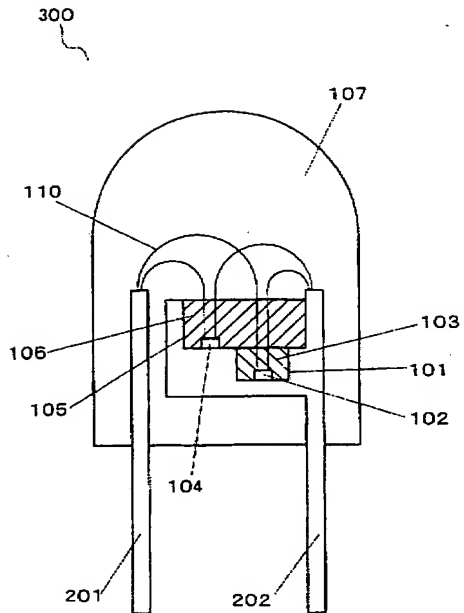
【図 1】



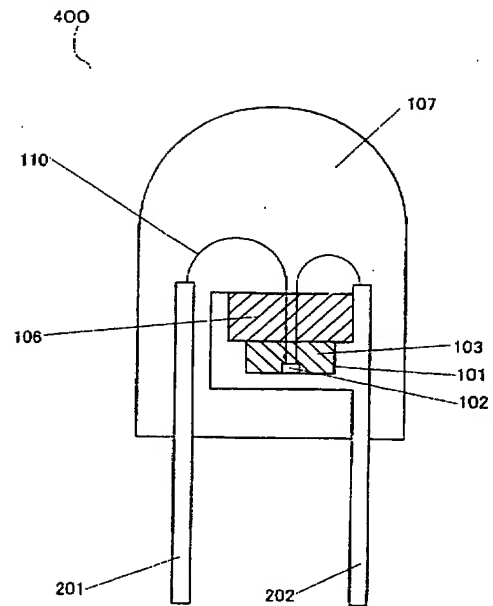
【図 2】



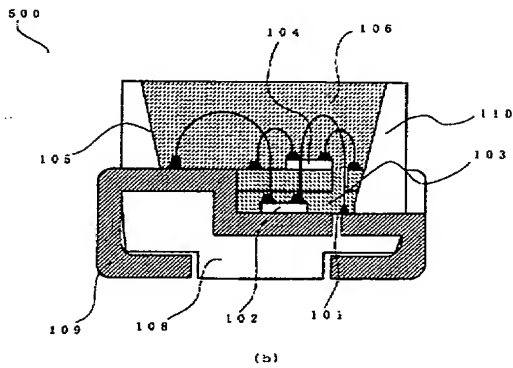
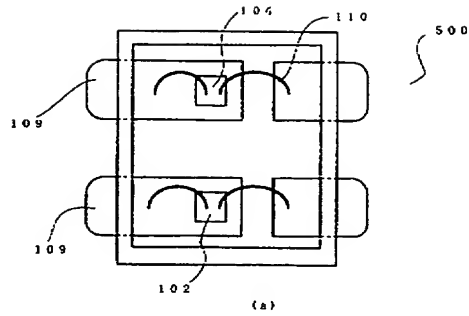
【図 3】



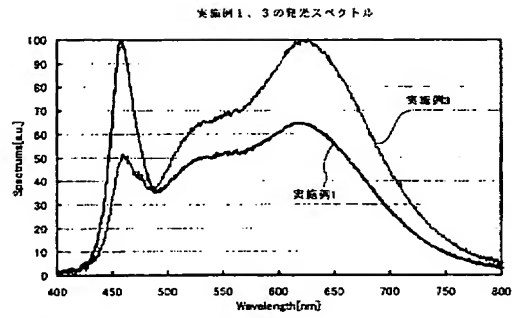
【図 4】



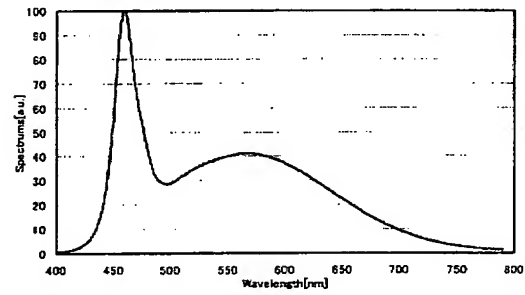
【図 5】



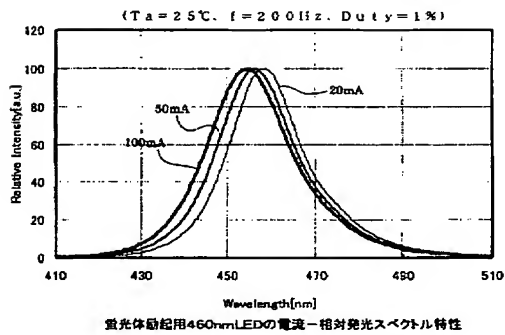
【図 6】



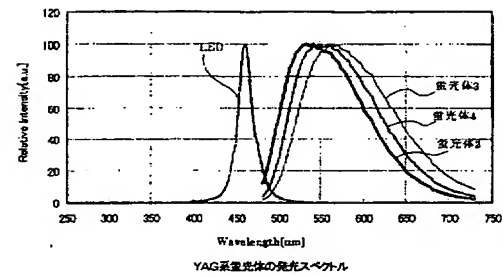
【図 7】



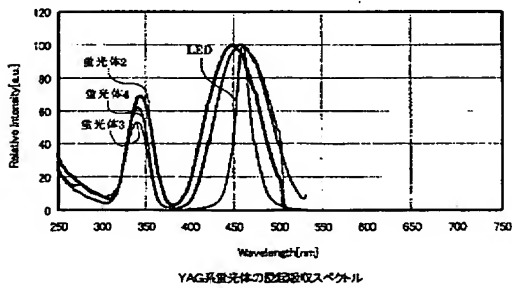
【図 8】



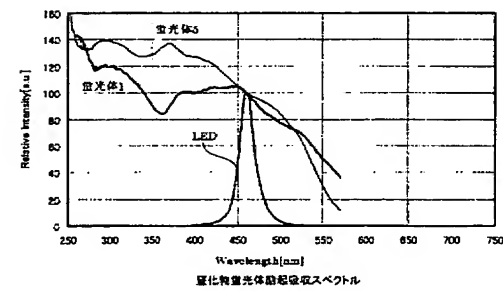
【図 10】



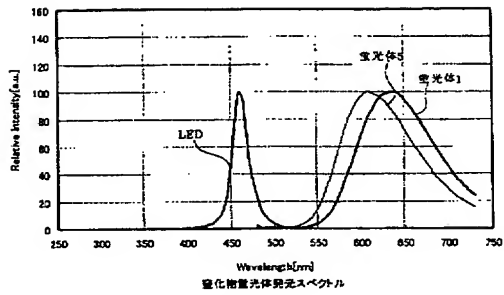
【図 9】



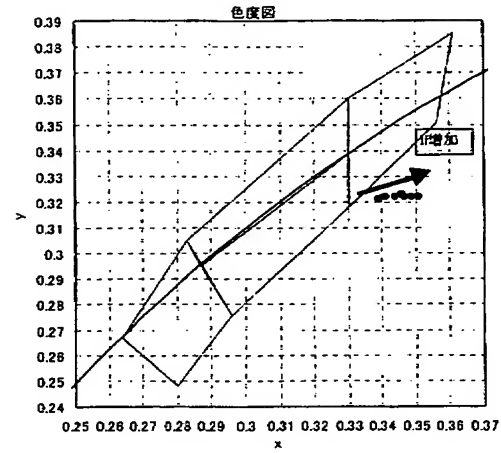
【図 11】



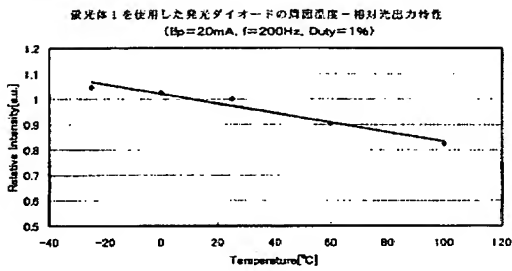
【図 12】



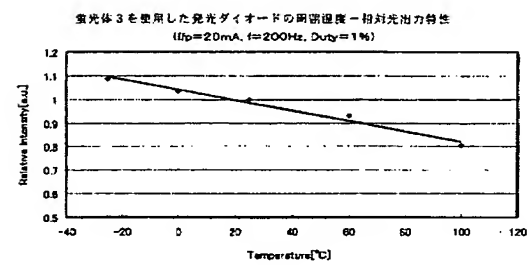
【図 13】



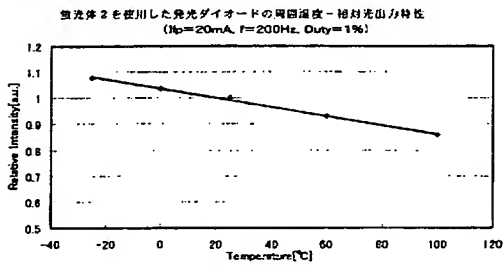
【図 14】



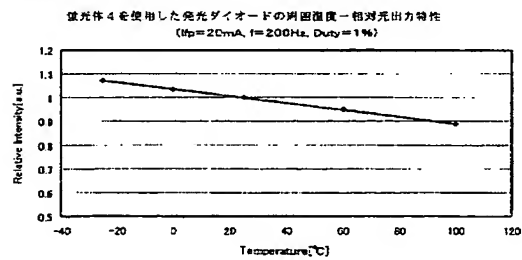
【図 16】



【図 15】

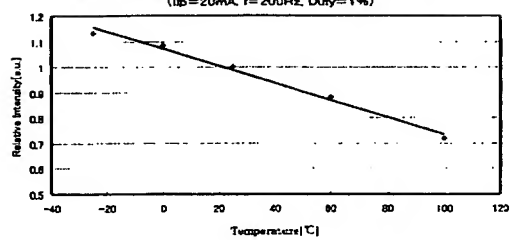


【図 17】



【図 18】

発光体6を使用した発光ダイオードの周囲温度-相対光出力特性
($I_p=20\text{mA}$, $f=200\text{Hz}$, Duty=1%)



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

F I

テーマコード (参考)

C 0 9 K 11/67

C 0 9 K 11/67

C 0 9 K 11/80

C 0 9 K 11/80

G 0 2 F 1/13357

G 0 2 F 1/13357

F ターム(参考) 4H001 CA04 CA05 XA04 XA06 XA07 XA12 XA13 XA14 XA20 XA21
 XA22 XA30 XA31 XA32 XA38 XA39 XA40 XA49 XA50 XA56
 XA57 XA62 XA63 XA64 XA65 XA71 XA72 YA00
 5F041 AA11 AA14 CA12 CA76 DA07 DA13 DA18 DA19 DA26 DA34
 DA36 DA43 DA45 DA55 DA63 DA74 DA75 DB09 EE25 FF16